

Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(27)

2022 г.

Учредитель

Государственное учреждение
«Республиканский научно-
практический центр
радиационной медицины
и экологии человека»

Журнал включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования диссертационных исследований по медицинской и биологической отраслям науки (31.12.2009, протокол 25/1)

Журнал зарегистрирован
Министерством информации
Республики Беларусь,
Свид. № 762 от 6.11.2009

Подписано в печать 30.04.22
Формат 60×90/8. Бумага мелованная.
Гарнитура «Times New Roman».
Печать цифровая. Тираж 130 экз.
Усл. печ. л. 18,75. Уч.-изд. л. 12,45.
Зак. 170.

Издатель ГУ «Республиканский
научно-практический центр
радиационной медицины и
экологии человека»
Свидетельство N 1/410 от 14.08.2014

Отпечатано в КУП
«Редакция газеты
«Гомельская праўда»
г. Гомель, ул. Полесская, 17а

ISSN 2074-2088

Главный редактор, председатель редакционной коллегии

А.В. Рожко (д.м.н., доцент)

Редакционная коллегия

В.С. Аверин (д.б.н., профессор, зам. гл. редактора), В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Бебяковский (д.м.н., профессор), К.Н. Буздакин (к.т.н., доцент), Н.Г. Власова (д.б.н., профессор, научный редактор), А.В. Величко (к.м.н., доцент), И.В. Веялкин (к.б.н., доцент), А.В. Воропаева (к.б.н., доцент), Д.И. Гавриленко (к.м.н.), А.В. Жарикова (к.м.н.), С.В. Зыблева (к.м.н., доцент, отв. секретарь), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор), А.В. Коротаев (к.м.н., доцент), А.Н. Лызикив (д.м.н., профессор), А.В. Макарич (к.м.н., доцент), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), В.М. Мицура (д.м.н., доцент), Я.Л. Навменова (к.м.н., доцент), Э.А. Надыров (к.м.н., доцент), И.А. Новикова (д.м.н., профессор), Э.Н. Платошкин (к.м.н., доцент), Э.А. Повелица (к.м.н.), А.С. Подгорная (к.м.н.), Ю.И. Рожко (к.м.н., доцент), И.П. Ромашевская (к.м.н.), М.Г. Русаленко (к.м.н., доцент), А.П. Саливончик (к.б.н.), А.Е. Силин (к.б.н., доцент), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор), И.О. Стома (д.м.н., доцент), Н.И. Шевченко (к.б.н., доцент), Ю.И. Ярец (к.м.н., доцент)

Редакционный совет

Е.Л. Богдан (МЗ РБ, Минск), А.В. Аклеев (д.м.н., профессор, Челябинск), О.В. Алейникова (д.м.н., чл.-кор. НАН РБ, Минск), С.С. Алексанин (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Д.А. Базыка (д.м.н., профессор, Киев), А.П. Бирюков (д.м.н., профессор, Москва), Л.А. Бокерия (д.м.н., академик РАН и РАМН, Москва), А.Ю. Бушманов (д.м.н., профессор, Москва), И.И. Дедов (д.м.н., академик РАМН, Москва), В.И. Жарко (Минск), М.П. Захарченко (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Л.А. Ильин (д.м.н., академик РАМН, Москва), К.В. Котенко (д.м.н., профессор, Москва), В.Ю. Кравцов (д.б.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Г. Кручинский (д.м.н., профессор, Пинск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск), Д.Л. Пиневиц (МЗ РБ, Минск), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Д. Тронько (д.м.н., чл.-кор. НАН, акад. НАМН Украины, Киев), А.Л. Усс (д.м.н., профессор, Минск), В.А. Филонюк (к.м.н., доцент, Минск), Р.А. Часнойть (к.э.н., Минск), В.Д. Шило (Минск)

Технический редактор

С.Н. Никонович

Адрес редакции 246040 г. Гомель, ул. Ильича, д. 290,
ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», редакция журнала
тел (0232) 38-95-00, факс (0232) 37-80-97
<http://www.mbp.rcrm.by> e-mail: mbp@rcrm.by

© Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический центр
радиационной медицины и экологии человека», 2022

№ 1(27)

2022

Medical and Biological Problems of Life Activity

Scientific and Practical Journal

Founder

Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

Journal registration
by the Ministry of information
of Republic of Belarus

Certificate № 762 of 6.11.2009

© Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

ISSN 2074-2088

Обзоры и проблемные статьи

А.В. Рожко
Опыт работы ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека» по минимизации медицинских последствий катастрофы на ЧАЭС 6

В.Н. Беляковский, В.С. Волчек
Особенности вакцинации от COVID-19 у пациентов онкологического профиля 12

Д.В. Кравченко, К.В. Бронская, И.Г. Мацак, С.С. Кравченко, Д.К. Новик
Проведение клинических исследований: исторические аспекты и современное состояние 23

Медико-биологические проблемы

М.В. Кадука, Т.А. Бекяшева, С.А. Иванов, Н.В. Салазкина, В.В. Ступина
Оценка содержания техногенных радионуклидов в пищевых продуктах Дальневосточных территорий Российской Федерации после аварии на АЭС «Фукусима-1» и доз внутреннего облучения населения данных территорий 31

А.М. Островский, И.Н. Коляда
Анализ смертности населения трудоспособного возраста в Гомельской области за 2009-2019 гг. 42

И.Г. Савастеева, В.М. Мицура, П.В. Сачек
Состояние здоровья населения Республики Беларусь, проживающего на территориях, загрязненных вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС 47

Клиническая медицина

О.Н. Василькова, И.Ю. Пчелин, Я.А. Боровец, Я.Л. Навменова, Т.В. Мохорт
Нефропротективные эффекты эмпаглифлозина и вилдаглиптина 53

А.В. Величко, Е.М. Бредихин, А.А. Чулков
Клинико-лабораторные характеристики пациентов с субклиническим синдромом Кушинга 62

Reviews and problem articles

A.V. Rozhko
Experience of the State institution «The Republican research center for radiation medicine and human ecology» in minimizing the medical consequences of the Chernobyl accident 6

V. Belyakovsky, V. Volchek
Features of vaccination against COVID-19 in cancer patients 12

D.V. Kravchenko, K.V. Bronskaya, I.G. Mazak, S.S. Kravchenko, D.K. Novik
Conduction of clinical investigations: historic aspects and current state 23

Medical-biological problems

M.V. Kaduka, T.A. Bekjasheva, S.A. Ivanov, N.V. Salaskjina, V.V. Stupina
Estimation of artificial radionuclides content in the foodstuffs of Russian Federation Far East territories after the accident on the NPP «Fukushima-1» and internal exposure doses of the population of these territories 31

A.M. Ostrovsky, I.N. Koliada
Mortality analysis of working age population in Gomel region for 2009-2019 42

I.G. Savasteeva, V.M. Mitsura, P.V. Sachek
State of health of the population of the Republic of Belarus residing in the areas contaminating after the accident at the Chernobyl NPP 47

Clinical medicine

V.N. Vasilkova, I.Yu. Pchelin, Ya.A. Borovets, Ya.L. Navменова, T.V. Mokhort
Nephroprotective effects of empagliflozin and vildagliptin 53

A.V. Velichko, E.M. Bredihin, A.A. Chulkov
Clinical and laboratory characteristics of patients with subclinical Cushing's syndrome 62

- А.В. Жарикова, О.А. Кривошей, А.О. Жарикова, О.И. Ананченко**
Возможности диагностики синдрома обструктивного апноэ сна 69
- А.Ю. Захарко, Н.П. Митьковская, Т.В. Статкевич, А.С. Подгорная, О.В. Мурашко**
Особенности состояния сердечно-сосудистой системы у женщин с абдоминальным ожирением и гипертензивными расстройствами беременности в анамнезе 81
- Ж.М. Козич, В.Н. Мартинков, М.Ю. Жандаров, Ж.Н. Пугачева, С.П. Михно, А.В. Доманцевич, И.А. Искров, Н.Н. Климкович**
Роль гистохимических и биохимических маркеров при прогнозировании остеодеструктивного синдрома у пациентов с плазмоклеточными заболеваниями 88
- А.В. Коротаев, Е.П. Науменко, Л.Е. Коротаева, С.П. Михно**
Динамика содержания биомаркеров фиброза, воспаления и активности ренин-ангиотензин-альдостероновой системы у пациентов с ишемической болезнью сердца: результаты одногодичного проспективного наблюдения 95
- Е.С. Корсак, Е.В. Воропаев**
Препятствия на пути внедрения вакцинации против ВПЧ-инфекции 99
- М.В. Линков, В.М. Мицура, Е.Ю. Зайцева, А.П. Саливончик**
Комплексная диагностика неврологических и психоэмоциональных нарушений у пациентов после перенесенной инфекции COVID-19 105
- Я.Л. Навменова, И.Г. Савастеева, Н.Ф. Чернова, Т.И. Москвичева, Е.С. Махлина**
Результаты использования препарата деносумаб у женщин с постменопаузальным остеопорозом 111
- И.Г. Савастеева, В.Д. Селькина, Ю.И. Ярец, М.Г. Русаленко**
Основные индикаторы в оценке риска развития инсулинорезистентности и сахарного диабета 2 типа 117
- A.V. Zharikova, O.A. Krivoshey, A.O. Zharikova, O.I. Ananchenko**
Possibilities of diagnosis of obstructive sleep apnea syndrome 69
- A.Yu. Zaharko, N.P. Mitkovskaya, T.V. Statkevich, A.S. Podgornaya, O.V. Murashko**
Features of the state of the cardiovascular system in women with abdominal obesity and hypertensive disorders of pregnancy in the history 81
- Zh. M. Kozich, V.N. Martinkov, M.Yu. Zhandarov, J.N. Pugacheva, S.P. Mihno, A.V. Doman-tsevich, I.A. Iskrov, N.N. Klimkovich**
The role of histochemical and biochemical markers in predicting osteodestructive syndrome in patients with plasma cell dyscrasias 88
- A.V. Korotaev, E.P. Naumenko, L.E. Korotaeva, S.P. Mikhno**
Dynamics of the content of biomarkers of fibrosis, inflammation and activity of the renin-angiotensin-aldosterone system in patients with coronary heart disease: results of a one-year prospective follow-up 95
- K.S. Korsak, E.V. Voropaev**
Difficulties on the way to introducing HPV vaccination 99
- M.V. Linkou, V.M. Mitsura, A.Y. Zaitsava, A.P. Salivonchik**
Comprehensive diagnosis of neurological and psychoemotional disorders in patients after COVID-19 infection 105
- Ya.L. Navmenova, I.G. Savasteeva, N. F. Chernova, T.I. Moskvicheva, E.S. Makhlina**
Results of denosumab used in postmenopausal women with osteoporosis 111
- I. Savasteeva, V. Selkina, Y. Yarets, M. Rusalenska**
Major indicators of insulin resistance in risk assessment of diabetes mellitus development 117

В.С. Смирнов, Н.В. Галиновская
Клиническая характеристика пациен-
тов с рассеянным склерозом по дан-
ным регистра Гомельской области 124

V.S. Smirnov, N.V. Galinovskaya
Clinical characteristics of patients with
multiple sclerosis according to the regis-
try of the Gomel region

Обмен опытом

Experience exchange

Н.В. Карлович
Вторичный гиперпаратиреоз у паци-
ентов с хронической болезнью почек:
обоснование клинических рекоменда-
ций по диагностике и лечению 135

N.V. Karlovich
Secondary hyperparathyroidism in pa-
tients with chronic kidney disease: sub-
stantiation of clinical recommendations
for diagnosis and treatment

УДК: 614.876:621.039.586(571.6)

М.В. Кадука, Т.А. Бекашева,
С.А. Иванов, Н.В. Салазкина,
В.В. Ступина

**ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПОСЛЕ АВАРИИ НА АЭС «ФУКУСИМА-1» И
ДОЗ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ДАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

*ФБУН «Санкт-Петербургский НИИ радиационной гигиены
им. проф. П.В. Рамзаева», г. Санкт-Петербург, Россия*

В статье приведены результаты радиохимических исследований содержания изотопов цезия суммарно ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr в 151 пробе пищевых продуктов, отобранных на Дальневосточных территориях Российской Федерации, потенциально загрязненных после аварии на АЭС «Фукусима-1», выполненных в 2011-2012 гг., и анализ полученных результатов. Показано, что содержание техногенных радионуклидов в проанализированных продуктах значительно ниже допустимых и рекомендуемых в Российской Федерации уровней их содержания в соответствующих видах продуктов. Описаны особенности рациона питания жителей Дальневосточного региона, установленные при опросах местного населения в рамках экспедиционных исследований института, влияющие на формирование дозы внутреннего облучения населения техногенными радионуклидами. Выполнена оценка наиболее вероятных потенциальных доз внутреннего облучения населения Дальневосточного региона Российской Федерации за счет содержания изотопов цезия и ^{90}Sr в пищевых продуктах, традиционно потребляемых местным населением. Выявлены пищевые продукты, вносящие основной вклад в дозу внутреннего облучения жителей региона. Установлено, что ^{90}Sr может вносить до 33% в дозу внутреннего облучения жителей Дальневосточных территорий за счет техногенных радионуклидов, содержащихся в пищевых продуктах.

Ключевые слова: техногенные радионуклиды, удельная активность, пищевые продукты, рацион питания, дозы внутреннего облучения населения

Введение

В связи с возможным распространением радиоактивного загрязнения на территориях Дальневосточного региона Российской Федерации в результате аварии на АЭС «Фукусима-1» учреждениями и организациями Роспотребнадзора были оперативно проведены мероприятия по подготовке к работе в условиях возможного загрязнения [1-3]. Для получения дополнительной оперативной и достоверной информации об уровнях потенциальной опасности выбросов и сбросов радиоактивности из аварийных реакторов АЭС Фукусима для населения Приморского края и практического внедрения необхо-

димых в условиях развития аварии гамма-спектрометрических и радиохимических методик в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае» была направлена группа специалистов института радиационной гигиены. В период с 30 марта по 13 апреля сотрудники института проводили обучение радиологов Приморского края радиохимическим методам определения содержания ^{131}I и изотопов цезия в объектах окружающей среды, а также гамма-спектрометрическому определению ^{134}Cs в пищевых продуктах и объектах окружающей среды. На побережье Японского моря в бухте Патрокл (Уссурийский залив) были отобраны про-

бы воздуха, морской воды, почвы и снега. Были выполнены радиохимические исследования 10 проб объектов окружающей среды с определением удельной активности ^{131}I и (для 7 проб) изотопов цезия. Удельная активность техногенных радионуклидов не превышала 0,12 Бк/кг для проб воды, 0,57 Бк/м² для проб снега и 0,02 Бк/м³ для проб воздуха [1]. В рамках данной экспедиции были проведены гамма-спектрометрические исследования 19 проб дикой утки из Ханкайского, Усурийского, Хорольского и Хасанского районов Приморского края. Удельная активность ^{131}I в органах диких уток, отстрелянных в Усурийском и Ханкайском районах Приморского края, достигала 91 Бк/кг, ^{134}Cs – 94 Бк/кг, ^{137}Cs – 81 Бк/кг [1]. Для уточнения радиационной обстановки в Дальневосточном регионе России в связи с потенциальным распространением радиоактивного загрязнения на территориях региона вследствие аварии на АЭС «Фукусима-1» институт радиационной гигиены провел серию экспедиционных исследований в юго-восточной части Сахалинской области [4]. В мае-октябре 2011 года исследования проводили на островах Сахалин, Кунашир и Шикотан, ближе всех расположенных к АЭС «Фукусима-1». Осенью 2012 г. провели повторные исследования участков островов Сахалин и Кунашир и дополнительно обследовали участки, выбранные на острове Итуруп. Экспедиционные исследования включали, в том числе, отбор проб пищевых продуктов и опросы местного населения с целью уточнения рационов питания [5, 6]. Были проведены радиохимические исследования 151 пробы пищевых продуктов, потребляемых местным населением, с определением удельной активности ^{137}Cs и ^{134}Cs суммарно и ^{90}Sr . Проведен радиохимический анализ проб, отобранных в результате экспедиционных исследований института, и проб, предоставленных специалистами учреждений Роспотребнадзора Дальневосточных регионов Российской Федерации. Данных других

исследователей о содержании изотопов цезия и стронция в пищевых продуктах Дальневосточного региона в научной литературе найти не удалось как для периода до аварии на АЭС «Фукусима-1», так и для периода после аварии. Для Российской Федерации авария на АЭС «Фукусима-1» явилась крупномасштабной радиационной аварией, произошедшей на территории другого, для Дальневосточных территорий, сопредельного государства. При этом радиационная обстановка после данной аварии на Дальневосточных территориях Российской Федерации характеризовалась малыми активностями аварийных радионуклидов, как следствие, отсутствием достоверных данных о текущих уровнях загрязнения пищевых продуктов и объектов окружающей среды. Таким образом, полученные статистически достоверные данные об удельных активностях техногенных радионуклидов в пищевых продуктах Дальневосточных территорий после аварии являются достаточно востребованными. В рамках экспедиционных работ было проведено 99 опросов населения островов Кунашир, Шикотан и Итуруп по объему потребления разных видов пищевых продуктов с целью уточнения рационов питания и установлению его особенностей [6]. Было установлено, что рационы питания населения островов Курильской гряды, от которых зависит доза внутреннего облучения человека, существенно отличаются от усредненных по России рационов питания населения страны [7], которые принимаются по данным о рекомендуемых объемах потребления пищевых продуктов, включенных в перечень потребительской корзины для основных социально-демографических групп населения в целом по Российской Федерации, и от рационов жителей территорий, загрязненных вследствие аварии на ЧАЭС, установленных в результате исследований, проведенных специалистами института [8]. Особенности рационов питания жителей Курильских островов обусловлены их климатогеографическим

положением, трудностями, связанными с организацией доставки продуктов питания из других регионов, а также общей экономической ситуацией в стране. Постоянное население островов проживает в основном на южных островах – Итуруп, Кунашир, Шикотан, и северных – Парамушир, Шумшу. Основу хозяйства составляет рыбная промышленность, т.к. основное природное богатство – биоресурсы моря. Сельское хозяйство из-за неблагоприятных природных условий существенного развития не получило [6]. В результате основу рациона питания жителей Курильских островов составляют рыба и морепродукты. Значительную часть рациона составляют морские водоросли, лесные грибы и ягоды, лесная растительность. Проведенные специалистами института исследования [9] показали, что удельная активность изотопов цезия (^{137}Cs и ^{134}Cs) и ^{90}Sr в пищевых продуктах, отобранных на территории Курильских островов в 2011-2012 гг., существенно ниже допустимых или рекомендованных в Российской Федерации уровней их содержания в продуктах [10]. Однако рыба, морепродукты и природные пищевые продукты (водоросли, грибы, ягоды, лесная растительность) могут вносить существенный потенциальный вклад в дозу внутреннего облучения в результате большого объема их потребления местным населением при (возможно) относительно малом содержании в них техногенных радионуклидов.

Цель настоящего исследования – провести анализ данных о содержании техногенных радионуклидов в пищевых продуктах Дальневосточных территорий Российской Федерации после аварии на АЭС «Фукусима-1» и выполнить оценку потенциальных доз внутреннего облучения населения данных территорий с учетом особенностей его рациона питания.

Материал и методы исследования

Объектами в данной работе являются пищевые продукты, потребляемые на

селением Дальневосточных территорий Российской Федерации, вносящие существенный вклад в формирование дозы внутреннего облучения населения данных территорий. Контролируемыми параметрами при проведении исследований являлись удельные активности техногенных радионуклидов ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr в пищевых продуктах сельскохозяйственного производства: молоко, столовая зелень и в продуктах природного происхождения, отобранных на обследованных территориях: рыба морская, морепродукты, водоросли, лесные съедобные травы, лесные ягоды и грибы. Пробоподготовку и радиохимический анализ отобранных проб проводили по методике, разработанной в институте [11]. Согласно методике для определения удельной активности техногенных радионуклидов, отбирают 1-1,5 кг сырого продукта, проводят обычную подготовку, аналогичную таковой перед кулинарной обработкой конкретного вида продукта (мытьё, очистка от загрязнений), высушивание проб, сжигание на плитке и озоление в муфельной печи при температуре 450°C . Подготовленную пробу переносят в огнеупорный стеклянный стакан, вносят растворы носителей, в качестве которых используют титрованные солянокислые растворы солей иттрия, стронция и цезия. Проводят кислотную (HCl) обработку (выщелачивание) подготовленной пробы. Из солянокислого раствора пробы ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) выделяют сурьмяно-йодидным методом, активность ^{90}Sr определяют по активности его дочернего радионуклида ^{90}Y , который осаждают оксалатным методом. Активность счетных образцов измеряют на радиометре, для которого предварительно определяют его чувствительность к излучению ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Y . Удельную активность радионуклидов вычисляют на основании результатов измерений активности радионуклидов в счетном образце с учетом химического выхода элемента и массы пробы, из которой счетный образец был приготовлен. Полученные данные об

удельных активностях ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr в различных видах пищевых продуктов были занесены в специально разработанную в программе Statistica 8 базу данных и статистически обработаны.

При выборе пищевых продуктов для отбора пробы принимали во внимание особенности рациона питания местного населения. Для этого специалистами института радиационной гигиены в 2011-2012 гг. было проведено 99 опросов населения островов Кунашир (населенные пункты Отрада, Дубовое, Головнино), Шикотан (населенные пункты Крабоводское, Малокурильское) и Итуруп (город Курильск) по объему потребления разных видов пищевых продуктов. Опросы проводили по анкете (опросная карта), разработанной в институте для населения территорий, загрязненных после аварии на ЧАЭС, скорректированной с учетом предполагаемых особенностей рационов питания жителей Курильских островов [6]. В анкете предусматривалась возможность заполнения строк без обозначения пищевого продукта на случай выявления потребления местным населением пищевых продуктов, неучтенных при разработке анкеты. В опросную карту вносили подробные общие сведения о респонденте: место проживания, дата рождения, пол, наименование профессии (или социального статуса), место работы, состав семьи. Карта включала вопросы для установления следующих сведений: наличие в хозяйстве огорода, мясного и мясомолочного скота и особенности его содержания; объем личного потребления сельскохозяйственных пищевых продуктов, объем личного потребления морской, речной и озерной рыбы, морепродуктов и водорослей; объем личного потребления лесных трав, грибов, ягод и дичи. При проведении опроса, по возможности, уточняли место сбора природных пищевых продуктов и заготовки сена для выяснения условий произрастания продукта (тип почвы, рельеф местности). Данные из опросных карт были занесены в специально разра-

ботанную в программе Statistica 8 базу данных и статистически обработаны с учетом половозрастной структуры опрошенных жителей.

Результаты исследования

В рамках настоящего исследования выполнили радиохимический анализ 151 пробы пищевых продуктов, отобранных специалистами института в экспедиционных исследованиях на Дальневосточных территориях Российской Федерации, предположительно загрязненных вследствие аварии на АЭС «Фукусима-1», и предоставленных специалистами центров гигиены и эпидемиологии данных территорий [12]. Радиохимическое определение удельной активности изотопов цезия суммарно ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr проводили для большинства проб в 2011-2012 гг. В рамках проведенных исследований было отобрано и проанализировано достаточно большое число проб рыбы, морепродуктов, лесных грибов и ягод, что позволило выполнить оценку содержания в них техногенных радионуклидов отдельно по биологическим видам. Результаты анализа данных об удельной активности техногенных радионуклидов в отобранных на Дальневосточных территориях Российской Федерации после аварии на АЭС «Фукусима-1» пробах пищевых продуктов и значения допустимых уровней содержания в них изотопов цезия и стронция [10] представлены в таблице 1.

Результаты исследования содержания техногенных радионуклидов в проанализированных продуктах показали, что как средние, так и максимальные удельные активности изотопов цезия суммарно ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr значительно ниже допустимых и рекомендованных для них уровней содержания в соответствующих видах продуктов [10]. Максимальные значения удельной активности изотопов цезия были выявлены для проб грибов. Удельная активность ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) достигала 88,6 Бк/кг в моховиках, 83,5 Бк/кг в рядов-

ках, 52,2 Бк/кг в млечниках. Потребление грибов населением юго-восточной части Сахалинской области может составлять до 90 кг/год [6], таким образом грибы могут вносить существенный вклад в формирование дозы внутреннего облучения местного населения за счет высокого уровня их потребления при относительно высоком содержании в них изотопов цезия в сравнении с другими продуктами, входящими в рацион. В пробах молока удельная активность изотопов цезия достигала 24,7 Бк/кг. Относительно высокое значение удельной активности изотопов цезия в молоке может быть связано с особенностями рациона питания крупного рогатого скота на данных территориях [6], а именно – коровы пасутся неорганизованно, питаются луговой и лесной травой, кустарничковой растительностью, водорослями на побережье, то есть потребляют в пищу продукты с высокой способностью аккумулировать изотопы цезия. Содержание изотопов цезия в лесных травах по данным наших исследований достигало 3,50 Бк/кг, в водорослях – 4,47 Бк/кг. Более высокое содержание цезия в пробах кунджи, в сравнении с рыбами других видов – до 2,72 Бк/кг, скорее всего связано с тем, что взрослая рыба является крупным хищником [13], мышцы таких рыб лучше накапливают цезий, чем мышцы менее активных хищников и нехищных видов. Максимальные значения удельной активности ^{90}Sr были выявлены для проб морепродуктов, водорослей, лесных трав и ягод. Данные наших исследований показали, что содержание ^{90}Sr в моллюсках и иглокожих значительно выше, чем в рыбах, и достигает 6,57 Бк/кг. Это может быть связано с тем, что последние обитают на илистом дне водоемов и при питании заглатывают песок и ил, переваривая попадающие с ними мелкие организмы [14]. Следует отметить, что морепродукты местное население активно употребляет в свежеприготовленном виде и замораживает, потребление морепродуктов местным населением может достигать 100 кг/год [6]. По данным наших исследований содержание

^{90}Sr в водорослях достигало 1,47 Бк/кг, в лесных травах – 2,49 Бк/кг. Максимальные значения удельной активности ^{90}Sr в пробах рыбы были обнаружены для бычка и камбалы – 0,87 Бк/кг и 0,76 Бк/кг, соответственно. Такие относительно высокие значения удельной активности радионуклида для данных видов рыб, по сравнению с его содержанием в рыбах других видов, приведенных в таблице 1, вероятнее всего, связаны с тем, что в образцы попали фрагменты костной ткани, для которой характерна высокая способность аккумулировать ^{90}Sr . Следует отметить, что традиционно бычков употребляют в пищу в жареном виде, зачастую с костями. Хрящевая ткань камбалы, содержащая ^{90}Sr , также может попасть в готовый продукт после кулинарной обработки, а следовательно, и в организм человека. Как видно из представленных в таблице 1 данных, ягоды кустарников активнее аккумулируют ^{90}Sr , чем брусника и клюква из семейства вересковых растений. Максимальное содержание ^{90}Sr было выявлено для плодов шиповника и составило 4,01 Бк/кг. Обобщенные значения удельной активности ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr в каждом из проанализированных видов пищевых продуктов и диапазоны значений представлены в таблице 2.

Анализ сведений, занесенных в 99 опросных карт населения островов Кунашир, Шикотан и Итуруп, содержащих данные об объемах потребления основных дозообразующих продуктов и видах их кулинарной обработки, позволил уточнить рацион питания местного населения и установить его особенности. Статистическую обработку опросных анкет выполнили с использованием программного продукта Statistica 8. Было установлено, что потребление коровьего молока, причем в основном произведенного в личных подсобных хозяйствах, взрослыми жителями может достигать 200 л/год, рыбы (преимущественно морской) – 170 кг/год, морепродуктов – 100 кг/год, водорослей – 50 кг/год. Рыбу, икру и морепродукты потребляют как в свежеприготовленном виде

Таблица 1 – Средние значения и диапазоны удельной активности техногенных радионуклидов а в пищевых продуктах, отобранных на Дальневосточных территориях Российской Федерации, Бк/кг, значения допустимых уровней их содержания

Вид продукта	Число проб	Удельная активность ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$)		Удельная активность ^{90}Sr	
		Среднее	Диапазон	Среднее	Диапазон
Молоко (допустимый уровень для Cs – 100 Бк/кг, для Sr – 25 Бк/кг)					
Молоко коровье	36	1,75	0,04-24,7	0,11	0,03-0,45
Овощная продукция (допустимый уровень для Cs – 80 Бк/кг, для Sr – 40 Бк/кг)					
Столовая зелень	3	1,12	0,65-1,85	0,43	0,08-0,64
Рыба морская (допустимый уровень для Cs – 130 Бк/кг, для Sr – 100 Бк/кг)					
Минтай	5	0,25	0,10-0,52	0,23	0,3-0,40
Окунь	2	0,22	0,16-0,28	0,12	0,05-0,19
Бычок	2	0,18	0,15-0,21	0,52	0,17-0,87
Палтус	2	0,31	0,06-0,56	0,04	0,04
Сайра	3	0,26	0,15-0,38	0,10	0,06-0,14
Горбуша, кета	2	0,20	0,13-0,26	0,05	0,05-0,06
Камбала	6	0,35	0,05-0,75	0,23	0,03-0,76
Треска	4	0,63	0,16-1,61	0,13	0,04-0,21
Навага	2	0,90	0,21-1,59	0,19	0,12-0,25
Кунджа	2	1,92	1,11-2,72	0,16	0,15-0,17
Морепродукты (допустимый уровень для Cs – 130 Бк/кг, для Sr – 100 Бк/кг)					
Гребешок	3	0,41	0,07-0,66	0,61	0,09-1,48
Трубач	1	0,35	-	1,48	-
Спизула	1	0,13	-	1,35	-
Кукумария	2	1,62	0,5-2,74	5,47	4,37-6,57
Морской еж	1	0,59	-	0,79	-
Креветка	1	0,15	-	0,09	-
Водоросли (допустимый уровень для Cs – отсутствует, для Sr – отсутствует)					
Морская капуста	6	0,73	0,14-2,38	0,48	0,10-1,47
Морской виноград	3	2,11	0,48-4,47	0,89	0,42-1,37
Лесные травы (допустимый уровень для Cs – отсутствует, для Sr – отсутствует)					
Черемша	4	1,54	0,85-1,92	0,45	0,17-0,66
Лопух	1	2,14	-	0,34	-
Крапива	3	2,54	1,56-3,50	1,94	1,21-2,49
Папоротник	1	2,38	-	5,79	-
Лесные ягоды (допустимый уровень для Cs – 160 Бк/кг, для Sr – отсутствует)					
Шиповник	13	0,33	0,06-0,66	1,56	0,13-4,01
Рябина красная	2	0,20	0,06-0,33	1,24	0,98-1,50
Жимолость	1	0,20	-	0,65	-
Брусника	2	0,74	0,43-1,05	0,19	0,17-0,21
Клюква	1	0,71	-	0,12	-
Лесные грибы (допустимый уровень для Cs – 500 Бк/кг, для Sr – отсутствует)					
Масленок	10	4,52	0,19-13,17	0,11	0,04-0,26
Моховик	4	32,7	0,03-88,6	0,35	0,07-1,00
Подберезовик	4	4,26	1,66-11,3	0,16	0,05-0,28
Белый гриб	3	6,80	3,62-10,2	0,13	0,05-0,21
Млечники	5	19,3	0,75-52,2	0,58	0,09-1,21
Сыроежки	5	14,2	0,24-37,5	0,53	0,14-0,71
Рядовки	3	44,5	14,4-83,5	0,51	0,08-0,84
Ежевик	2	13,6	12,6-14,7	0,37	0,25-0,49

Таблица 2 – Обобщенные значения и диапазоны удельной активности ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr в пищевых продуктах, отобранных на Дальневосточных территориях Российской Федерации, Бк/кг

Вид продукта	Число проб	Удельная активность ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$)		Удельная активность ^{90}Sr	
		Среднее	Диапазон	Среднее	Диапазон
Молоко коровье	36	1,75	0,04-24,7	0,11	0,03-0,45
Столовая зелень	3	1,12	0,65-1,85	0,43	0,08-0,64
Рыба морская	30	0,47	0,05-2,72	0,18	0,03-0,87
Морепродукты	9	0,64	0,07-2,74	1,73	0,09-6,57
Водоросли	9	1,19	0,14-4,47	0,62	0,10-1,47
Лесные травы	8	2,09	0,85-3,50	1,66	0,17-5,79
Лесные ягоды	19	0,37	0,06-1,05	1,26	0,12-4,01
Лесные грибы	37	14,90	0,03-88,6	0,32	0,04-1,21

в сезон вылова, так и замораживают для потребления в течении года. Кукумарию дополнительно к перечисленным видам кулинарной обработки сушат. Из водорослей готовят салаты и различные закуски. Местное население употребляет в свежеприготовленном виде и заготавливает травянистые лесные растения. Потребление лесной растительности может достигать 55 кг/год. Лесную растительность употребляют в свежеприготовленном, засоленном или маринованном виде. Более 50% опрошенных взрослых респондентов активно потребляют лесные грибы – до 90 кг/год, лесные ягоды – до 60 кг/год. Грибы употребляют в свежеприготовленном виде, замораживают, солят и маринуют. Лесные ягоды употребляют в пищу в сыром виде и заготавливают на зиму. Ягоды замораживают, из них варят компот, варенье, вино и сироп. Шиповник дополнительно высушивают, сушеные ягоды заваривают и употребляют как чай.

Полученные данные о содержании ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr в проанализированных продуктах, отобранных на Дальневосточных территориях Российской Федерации, и об объеме их потребления позволили выполнить оценку потенциальной среднегодовой дозы внутреннего облучения населения (E_{int}) за счет содержания указанных радионуклидов в данных видах продуктов. Дозовые коэффициенты для перорального поступления изотопов цезия и стронция в организм взрослого населения при-

ведены в Приложении 2а к НРБ-99/2009 [15] – 0,000019 мЗв/Бк для ^{134}Cs , 0,000013 мЗв/Бк для ^{137}Cs и 0,000028 мЗв/Бк для ^{90}Sr . Большинство проб было отобрано и проанализировано в 2011-2012 гг. Для этого периода характерным являлось соотношение $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ равное 1 или менее [12], поэтому из консервативных соображений при расчете доз внутреннего облучения за счет суммарного содержания ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) в пищевых продуктах использовали усредненный расчетный дозовый коэффициент 0,000016 мЗв/Бк. При расчете потенциальных среднегодовых доз внутреннего облучения населения за счет содержания ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr в проанализированных пищевых продуктах, потребляемых местным населением, использовали средние значения удельной активности радионуклидов без учета неопределенности измерений и усредненные значения по потреблению соответствующих продуктов взрослым населением (78 респондентов). Полученные оценочные значения потенциальных наиболее вероятных среднегодовых доз внутреннего облучения населения Дальневосточных территорий Российской Федерации за счет ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr , содержащихся в пищевых продуктах, приведены в таблице 3.

Дополнительно выполнили расчет потенциальных максимальных среднегодовых доз внутреннего облучения населения за счет содержания ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr в проанализированных пищевых продуктах

Таблица 3 – Оценочные значения потенциальных среднегодовых доз внутреннего облучения взрослых жителей Дальневосточных территорий Российской Федерации после аварии на АЭС «Фукусима-1», за счет содержания ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr в пищевых продуктах: $E_{\text{int}}(^{134+137}\text{Cs})$, $E_{\text{int}}(^{90}\text{Sr})$, мЗв/год

Вид продукта	Потребление, кг/год	$A(^{134+137}\text{Cs})$, Бк/кг	$E_{\text{int}}(^{134+137}\text{Cs})$, мЗв/год	$A(^{90}\text{Sr})$, Бк/кг	$E_{\text{int}}(^{90}\text{Sr})$, мЗв/год
Молоко коровье	36	1,75	0,00101	0,11	0,00011
Столовая зелень	2,5	1,12	0,00004	0,43	0,00003
Рыба морская	32	0,47	0,00024	0,18	0,00016
Морепродукты	13	0,64	0,00013	1,73	0,00063
Водоросли	6,2	1,19	0,00012	0,62	0,00011
Лесные травы	4,2	2,09	0,00014	1,66	0,00020
Лесные ягоды	8,0	0,37	0,00005	1,26	0,00028
Лесные грибы	6,0	14,90	0,00143	0,32	0,00005
E_{int} суммарная по всем продуктам		0,00316		0,00157	
$E_{\text{int}}(^{134+137}\text{Cs}+^{90}\text{Sr})$		0,00473			

с использованием максимальных значений удельной активности радионуклидов и максимальных значений по потреблению соответствующих продуктов взрослым населением. Ситуация, заложенная в модель расчета, является гипотетической и маловероятной, но позволяет оценить максимально возможные дозы внутреннего облучения местного населения за счет техногенных радионуклидов в пищевых продуктах с высокой степенью консервативности. Полученные оценочные значения потенциальных максимальных среднегодовых доз внутреннего облучения населения Дальневосточных территорий Российской Федерации за счет ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr , содержащихся в пищевых продуктах, приведены в таблице 4.

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод о том, что значение наиболее вероятной среднегодовой дозы внутреннего облучения населения Дальневосточных территорий Российской Федерации за счет ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr , содержащихся в пищевых продуктах, не превысит 0,005 мЗв/год для большинства жителей данных территорий. При гипотетическом, практически невероятном, случае потребления пищевых продуктов в их максимальных согласно проведенным опросам объемах [6], при условии максимальных значений удельных активностей техногенных радионуклидов в данных продуктах, величина среднегодовой дозы внутреннего облучения не превысит зна-

Таблица 4 – Оценочные значения максимальных потенциальных среднегодовых доз внутреннего облучения взрослых жителей Дальневосточных территорий Российской Федерации после аварии на АЭС «Фукусима-1», за счет содержания ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr в пищевых продуктах: $E_{\text{int}}(^{134+137}\text{Cs})$, $E_{\text{int}}(^{90}\text{Sr})$, мЗв/год

Вид продукта	Потребление, кг/год	$A(^{134+137}\text{Cs})$, Бк/кг	$E_{\text{int}}(^{134+137}\text{Cs})$, мЗв/год	$A(^{90}\text{Sr})$, Бк/кг	$E_{\text{int}}(^{90}\text{Sr})$, мЗв/год
Молоко коровье	200	24,7	0,07904	0,45	0,00252
Столовая зелень	30	1,85	0,00089	0,64	0,00054
Рыба морская	170	2,72	0,00740	0,87	0,00414
Морепродукты	100	2,74	0,00438	6,57	0,01840
Водоросли	50	4,47	0,00358	1,47	0,00206
Лесные травы	55	3,50	0,00308	5,79	0,00892
Лесные ягоды	60	1,05	0,00101	4,01	0,00674
Лесные грибы	90	88,6	0,12758	1,21	0,00305
E_{int} суммарная по всем продуктам		0,22696		0,04637	
$E_{\text{int}}(^{134+137}\text{Cs}+^{90}\text{Sr})$		0,27333			

чения 0,3 мЗв/год. Анализ полученных данных показал, что, в отличие от территорий Российской Федерации, загрязненных после аварии на ЧАЭС, где вклад ^{90}Sr в дозу внутреннего облучения в настоящее время составляет доли процентов [5], для жителей Дальневосточных территорий вклад данного радионуклида в дозу внутреннего облучения за счет содержания техногенных радионуклидов в пищевых продуктах может достигать 33%. Такой существенный вклад ^{90}Sr в формирование дозы внутреннего облучения жителей Дальневосточных территорий обусловлен особенностями их рациона питания с потреблением большого объема пищевых продуктов с относительно высокими значениями удельной активности данного радионуклида, а именно морепродуктов, водорослей, лесных трав и ягод.

Заключение

Результаты проведенного исследования показали, что на Дальневосточных территориях Российской Федерации, потенциально подвергшихся загрязнению после аварии на АЭС «Фукусима-1», как средние, так и максимальные удельные активности изотопов цезия суммарно ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr значительно ниже допустимых и рекомендованных для них уровней содержания в соответствующих видах продуктов [10]. Максимальные значения удельной активности изотопов цезия были выявлены для проб лесных грибов – 88,6 Бк/кг и молока – 24,7 Бк/кг. При этом объем потребления грибов и молока местным населением достаточно высок. В результате вклад грибов в формирование дозы внутреннего облучения жителей Дальневосточных территорий может достигать 48%, молока – 30%. Относительно высокое значение удельной активности изотопов цезия в молоке может быть связано с особенностями рациона питания крупного рогатого скота на данных территориях [6], а именно – коровы пасутся неорганизованно, питаются луговой и лесной травой, кустарничковой растительно-

стью, водорослями на побережье, то есть потребляют в пищу продукты с высокой способностью аккумулировать изотопы цезия. Так, содержание изотопов цезия в лесных травах достигало 3,50 Бк/кг, в водорослях – 4,47 Бк/кг. Максимальные значения удельной активности ^{90}Sr были выявлены для проб морепродуктов, водорослей, лесных трав и ягод, при этом объем потребления морепродуктов местным населением может достигать 100 кг/год [6], водорослей – 50 кг/год, лесных трав – 55 кг/год, ягод – 60 кг/год. Содержание ^{90}Sr в моллюсках и иглокожих значительно выше, чем в рыбах, и достигает 6,57 Бк/кг. Ягоды кустарников активнее аккумулируют ^{90}Sr , чем брусника и клюква из семейства вересковых растений. Максимальное содержание ^{90}Sr было выявлено для плодов шиповника и составило 4,01 Бк/кг.

При оценке доз внутреннего облучения населения Дальневосточных территорий Российской Федерации необходимо учитывать особенности его рациона питания, а именно: активное потребление рыбы, морепродуктов, водорослей (морская капуста, морской виноград), ягод, лесных трав. Данные продукты могут вносить ощутимый вклад в дозу внутреннего облучения в результате большого объема их потребления местным населением при относительно малом содержании в них техногенных радионуклидов. В результате вклад рыбы в формирование дозы внутреннего облучения жителей Дальневосточных территорий может составлять от 4% до 8,5%, морепродуктов – от 8,4% до 16%, водорослей – от 2% до 5%, ягод – от 3% до 7%, лесных трав – от 4% до 7%.

Проведенные исследования позволили установить, что среднегодовая доза внутреннего облучения населения Дальневосточных территорий Российской Федерации за счет ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) и ^{90}Sr в пищевых продуктах не превысит значения 0,3 мЗв/год даже в маловероятном гипотетическом случае потребления продуктов с максимальными для территории уровнями загрязнения техногенными радиону-

клидами при максимальных установленных объемах потребления соответствующих продуктов.

Анализ полученных данных показал, что вклад ^{90}Sr в дозу внутреннего облучения жителей Дальневосточных территорий может достигать 33%, что обусловлено особенностями их рациона питания с потреблением большого объема пищевых продуктов с относительно высокими значениями удельной активности данного радионуклида, а именно морепродуктов, водорослей, лесных трав и ягод. При таком значимом вкладе ^{90}Sr в дозу внутреннего облучения за счет техногенных радионуклидов в пищевых продуктах актуальным является определение удельной активности данного радионуклида в пищевых продуктах, формирующих рацион питания местного населения.

Библиографический список

1. Действия управления Роспотребнадзора по Приморскому краю и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в приморском крае» в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» / Ю.В. Ананьев [и др.] // Радиационная гигиена. – 2011. – Т. 4(3). – С. 53-60.
2. Аварийное реагирование управления Роспотребнадзора по Сахалинской области в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» / Б.Б. Дарижапов [и др.] // Радиационная гигиена. – 2011. – Т. 4(3). – С. 61-64.
3. Опыт организации работы управления Роспотребнадзора по Магаданской области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Магаданской области» по мониторингу радиационной обстановки, разработке и проведению мероприятий по минимизации рисков радиационного воздействия на население Магаданской области в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» / А.А. Рубцова [и др.] // Радиационная гигиена. – 2011. – Т. 4(3). – С. 73-77.
4. Авария на АЭС «Фукусима-1»: Организация Профилактических Мероприятий, Направленных на Сохранение Здоровья Населения Российской Федерации / под ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко. – Санкт-Петербург: НИИРГ им. проф. П. В. Рамзаева, 2012. – 336 с.
5. Радиационные показатели пищевой продукции на загрязненных территориях России в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / М.В. Кадука [и др.] // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы: сборник докладов международной научно-практической конференции, Обнинск, 26-28 сентября 2018 г. Обнинск: ФГБНУ ВНИИ-РАЭ, 2018. – С. 328-332.
6. Особенности рациона питания населения Курильских островов, влияющие на формирование дозы внутреннего облучения / М.В. Кадука, [и др.] // Радиационная гигиена. – 2018. – Т. 11, № 2. – С. 45-52.
7. Методические рекомендации МР 2.6.1.0088-14 «Форма федерального статистического наблюдения № 4 – ДОЗ. Сведения о дозах облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона». – М. Роспотребнадзор. – 36 с.
8. Травникова, И.Г. Динамика изменений рационов питания населения Брянской области, живущего на территориях, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС / И.Г. Травникова // Радиационная гигиена. – 2014. – Т. 7(3). – С. 26-32.
9. Результаты исследования содержания радионуклидов цезия и ^{90}Sr в пищевой продукции и объектах внешней среды в Дальневосточном регионе Российской Федерации в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» / М.В. Кадука [и др.] // Сборник тезисов международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы радиационной гигиены», посвященной 85-летию со дня рождения П.В.Рамзаева. – СПб., 2014. – С. 74-76.
10. СанПиН 2.3.2.2650-10. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Доп. и изм. 18, доп. 19 к СанПиН 2.3.2.1078-01: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 28 с.
11. Методика выполнения измерений. Удельная активность цезия-137 и стронция-90 в пробах пищевой и сельскохозяйственной продукции, почвы и других объектов внешней среды. Свидетельство ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» Федерального государственного агентства по техническому регулированию и метрологии № 1730/08 от 08 декабря 2008 г. – 21 с.
12. Авария на АЭС «Фукусима-1»: радиологические последствия и уроки / под ред. акад. РАН Г.Г. Онищенко и проф. Поповой А.Ю. – СПб.: ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева, 2021. – 388 с.
13. Растительный и животный мир Курильских островов: материалы международного курильского проекта. – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 122 с.
14. Щербаков, М.В. Малый практикум по зоологии беспозвоночных. Часть 2: черви, моллюски, членистоногие, иглокожие: практикум / М.В. Щербаков, Ю.В. Максимова. – Томск: Томский государственный университет, 2011. – 75 с.
15. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности. НРБ-99/2009. – М. Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.

M.V. Kaduka, T.A. Bekjasheva, S.A. Ivanov, N.V. Salaskjina, V.V. Stupina

ESTIMATION OF ARTIFICIAL RADIONUCLIDES CONTENT IN THE FOODSTUFFS OF RUSSIAN FEDERATION FAR EAST TERRITORIES AFTER THE ACCIDENT ON THE NPP «FUKUSHIMA-1» AND INTERNAL EXPOSURE DOSES OF THE POPULATION OF THESE TERRITORIES

An article contains the results of radiochemical investigation of ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) and ^{90}Sr content in 151 foodstuffs samples from the Far East territories of Russian Federation potentially contaminated after the accident on NPP «Fukushima-1», carried out in 2011-2012, and the analysis of obtained results. It is demonstrated that artificial radionuclides content in the investigated foodstuffs are much lower than permissible levels for these radionuclides in the correspondent products in Russian Federation. Peculiarities of the food ration affected the forming of internal exposure doses due to artificial radionuclides are presented for the population of the Far East territories of Russian Federation. These peculiarities were fixed in the process of surveys of local population in the frames of expeditions carried on by the Institute. Estimation of the most possible internal exposure doses is carried out for the population of Russian Federation Far East region due to caesium isotopes and ^{90}Sr in the foodstuffs traditionally consumed by the local population. Foodstuffs are identified which give the main contribution to the internal exposure dose of the population of investigated region. It has been established that ^{90}Sr could give up to 33% to the internal exposure dose of the population of Far East territories due to artificial radionuclides in the foodstuffs.

Key words: *artificial radionuclides, specific activity, foodstuffs, food ration, population internal exposure dose*

Поступила 01.03.22